

Method and communication device using adaptive space-time encoding, modulation and error coding

Patent number: CN1656726

Publication date: 2005-08-17

Inventor: MING JIA (CA); JIANGLEI MA (CA); PEIYING ZHU (CA); DONG-SHENG YU (CA); WEN TONG (CA)

Applicant: NORTEL NETWORKS LTD (CA)

Classification:

- **International:** H04B7/06; H04L1/00; H04L1/06; H04L25/03; H04L27/26; H04B7/04; H04L1/00; H04L1/02; H04L25/03; H04L27/26; (IPC1-7): H04L1/00; H04B1/707; H04L1/06; H04L25/03; H04L27/26

- **European:** H04B7/06C1F; H04B7/06C2; H04L1/00A; H04L1/00A1M; H04L1/00A5; H04L1/00B1; H04L1/06T; H04L25/03E3; H04L27/26M2

Application number: CN20030812231 20030324

Priority number(s): US20020116896 20020405

Also published as:

WO03085875 (A1)

WO03085875 (A1)

EP1495570 (A1)

EP1495570 (A1)

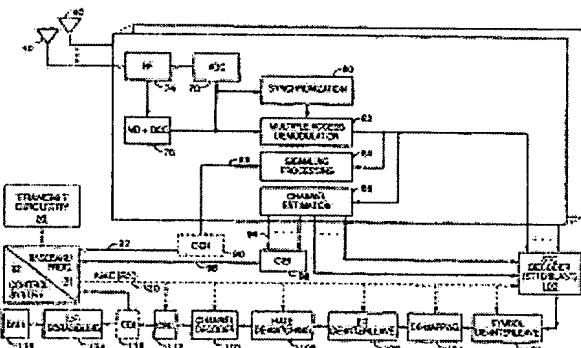
AU2003209935 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for CN1656726

Abstract of corresponding document: **WO03085875**

The present invention selects a space-time encoding mode to use when transmitting with spatial diversity based on the receive diversity associated with a receiver device and the quality of the transmission channels based on information fed back from the receiver device. The selectable space-time encoding modes are preferably space-time transmit diversity encoding and a version of BLAST-type encoding. Further, modulation modes, error encoding rates, or a combination thereof, may also be based on the quality of the transmission channels and the available diversity of the receiver device.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03812231.6

[51] Int. Cl⁷

H04L 1/00

H04L 1/06

H04L 27/26

H04L 25/03

H04B 1/707

[43] 公开日 2005年8月17日

[11] 公开号 CN 1656726A

[22] 申请日 2003.3.24 [21] 申请号 03812231.6

[30] 优先权

[32] 2002.4.5 [33] US [31] 10/116,896

[86] 国际申请 PCT/IB2003/001076 2003.3.24

[87] 国际公布 WO2003/085875 英 2003.10.16

[85] 进入国家阶段日期 2004.11.29

[71] 申请人 北方电讯网络有限公司

地址 加拿大魁北克省

[72] 发明人 M·贾 J·马 P·朱
D·-S·余 W·董

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

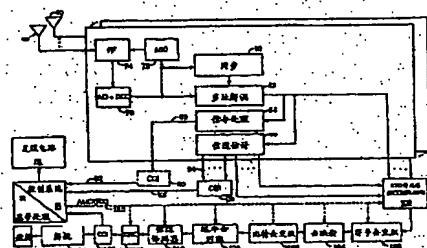
代理人 杨凯 刘杰

权利要求书4页 说明书16页 附图7页

[54] 发明名称 采用自适应空时编码、调制和差错
编码的方法和通信设备

[57] 摘要

本发明选择在利用基于与接收机设备相关的分集的空间分集和基于从所述接收机设备回馈的信息的传输信道质量来发送时要使用的空时编码模式。最好可选择的空时编码模式最好是空时发送分集编码以及某个版本的 BLAST 类型编码。再者,还可以基于传输信道的质量和接收机设备的可用分集来确定调制模式、纠错编码速率或它们的组合。



ISSN 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种方法，包括如下步骤：
 - a) 确定接收机的接收分集；
 - 5 b) 从所述接收机接收信道质量指示，所述信道质量指示与用于向所述接收机传输的信道的质量有关；
 - c) 根据所述接收机的所述接收分集和所述信道质量指示，选择用于向所述接收机发送数据的空时编码模式；以及
 - d) 利用所选的空时编码模式通过多个发送天线向所述接收机发送所述数据。
- 10 2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于还包括：根据所述接收机的所述接收分集和所述信道质量指示，选择调制模式。
3. 如权利要求 2 的方法，其特征在于还包括：根据所述接收机的所述接收分集和所述信道质量指示，选择差错编码模式。
- 15 4. 如权利要求 3 的方法，其特征在于：与传输相关的数据率随所述信道质量指示提高而提高。
5. 如权利要求 1 的方法，其特征在于还包括：根据所述接收机的所述接收分集和所述信道质量指示，选择差错编码模式。
6. 如权利要求 1 的方法，其特征在于还包括：根据所述信道特征值指示确定信道特征值指示并选择调制模式。
- 20 7. 如权利要求 6 的方法，其特征在于还包括：根据所述信道特征值指示选择差错编码模式。
8. 如权利要求 1 的方法，其特征在于还包括：当所述接收机的所述接收分集是两个时，根据所述信道特征值指示确定信道特征值指示并选择调制模式。
- 25 9. 如权利要求 1 的方法，其特征在于：从第一模式和第二模式中选择所述空时编码模式，其中，在所述第一模式下从所述多个天线以不同格式发送所述数据，在所述第二模式下从所述多个天线的

不同天线发送所述数据的不同部分。

10. 如权利要求 9 的方法，其特征在于：所述第一模式包括空时发送分集编码，而所述第二模式包括 BLAST 编码。

11. 如权利要求 10 的方法，其特征在于：所述 BLAST 编码是 5 V-BLAST 编码。

12. 如权利要求 1 的方法，其特征在于：所述接收分集有关所述接收机所用接收天线的数量。

13. 如权利要求 1 的方法，其特征在于还包括：从所述接收机接收有关所述接收机的所述接收分集的信息。

10 14. 一种无线通信设备，包括：

a) 用于从远程设备接收信息的接收电路；

b) 发送电路，其与多个天线相关联，并且适于提供空间分集，以便向所述远程设备发送；以及

c) 处理电路，其与所述接收电路和发送电路相关联且适于：

15 i) 确定所述远程设备的接收分集；

ii) 从所述远程设备接收信道质量指示，所述信道质量指示有关用于向所述远程设备传输的信道的质量；

iii) 根据所述远程设备的接收分集和所述信道质量指示，选择用于向所述远程设备发送数据的空时编码模式；以及

20 iv) 利用所选的空时编码模式通过多个发送天线向所述远程设备发送数据。

15. 如权利要求 14 所述的无线通信设备，其特征在于：所述处理电路还适于根据所述远程设备的接收分集和所述信道质量指示选择调制模式。

25 16. 如权利要求 15 所述的无线通信设备，其特征在于：所述处理电路还适于根据所述远程设备的接收分集和所述信道质量指示选择差错编码模式。

17. 如权利要求 16 所述的无线通信设备，其特征在于：与发送

相关联的数据率随所述信道质量指示提高而提高。

18. 如权利要求 14 所述的无线通信设备，其特征在于：所述处理电路还适于根据所述远程设备的接收分集和所述信道质量指示选择差错编码模式。

5 19. 如权利要求 14 所述的无线通信设备，其特征在于：所述处理电路还适于确定信道特征值指示并根据所述信道特征值指示选择调制模式。

20. 如权利要求 19 所述的无线通信设备，其特征在于：所述处理电路还适于根据所述信道特征值指示选择差错编码模式。

10 21. 如权利要求 14 所述的无线通信设备，其特征在于：所述处理电路还适于在所述远程设备的接收分集是两个时，确定信道特征值指示并根据所述信道特征值指示选择调制模式。

15 22. 如权利要求 14 所述的无线通信设备，其特征在于：从第一模式和第二模式中选择所述空时编码模式，其中，在所述第一模式下从所述多个天线以不同格式发送所述数据，在所述第二模式下从所述多个天线的不同天线发送所述数据的不同部分。

23. 如权利要求 22 所述的无线通信设备，其特征在于：所述第一模式包括空时发送分集编码，而所述第二模式包括 BLAST 编码。

24. 如权利要求 23 所述的无线通信设备，其特征在于：所述 20 BLAST 编码是 V-BLAST 编码。

25. 如权利要求 14 所述的无线通信设备，其特征在于：所述接收分集有关所述远程设备所采用的接收天线的数量。

26. 如权利要求 14 所述的无线通信设备，其特征在于：所述处理电路还适于从所述远程设备接收有关所述远程设备的接收分集的 25 信息。

27. 一种无线通信设备，包括：

a) 用于确定接收机的接收分集的装置；

b) 用于从所述接收机接收信道质量指示的装置，所述信道质量

指示有关用于向所述接收机传输的信道的质量；

c) 用于根据所述接收机的所述接收分集和所述信道质量指示，

选择用于向所述接收机发送数据的空时编码模式的装置；以及

d) 用于利用所选空时编码模式通过多个发送天线向所述接收机

5 发送所述数据的装置。

28. 如权利要求 27 所述的无线通信设备，其特征在于还包括：

用于根据所述接收机的所述接收分集和所述信道质量指示选择调制模式的装置。

29. 如权利要求 28 所述的无线通信设备，其特征在于还包括：

10 用于根据所述接收机的所述接收分集和所述信道质量指示选择差错编码模式的装置。

30. 如权利要求 27 所述的无线通信设备，其特征在于还包括：

用于根据所述接收机的所述接收分集和所述信道质量指示选择差错编码模式的装置。

15 31. 如权利要求 27 所述的无线通信设备，其特征在于还包括：

用于确定信道特征值指示并根据所述信道特征值指示选择调制模式的装置。

32. 如权利要求 31 所述的无线通信设备，其特征在于还包括：

用于根据所述信道特征值指示选择差错编码模式的装置。

采用自适应空时编码、调制和差错编码的方法和通信设备

5

发明领域

本发明涉及无线通信，更具体地说，涉及在采用空时编码的无线通信系统中对编码和调制进行自适应控制。

10

发明背景

干扰和衰落是目前无线通信系统中实现高数据率的很大障碍。假设信道状况趋于偶尔会显著地衰落，则以保守的方式分配通信资源，致使大量通信资源大多数时间处于未用状态。对抗衰落的措施包括根据信道条件采用发送分集或控制调制和编码技术。

5

空间分集通常取决于有关发送天线和接收天线的发射机和接收机的数量和布置。采用具有多个发送和接收天线的空间分集的系统通常称为多输入多输出（MIMO）系统。因此，发送设备将具有 N 个发送天线，而接收设备具有 M 个接收天线。空时编码控制从 N 个发送天线中的每一个天线发送什么数据。发射机上的空时编码功能处理待发送的数据，并创建要从 N 个发送天线发送的唯一性信息。

20

M 个接收天线中的每一个天线接收从 N 个发送天线中的每一个天线发送的信号。接收设备上的空时译码功能合并从 N 个发送天线发来的信息以恢复数据。

25

空时编码通常采用两种技术之一来实现。第一种技术以不同的格式对相同数据编码，以从不同的发送天线发送。因此，所述相同数据从 N 个发送天线中的每一个天线以不同的格式发送。第二种技术从 N 个发送天线中不同的天线发送不同的数据。第二种技术避免了冗余性。第一种技术（通常称为空时发送分集（STD））在最大

化分集方面是有效的，但由于需要冗余而效率低下。第二种技术通常称为 V-BLAST (垂直-贝尔实验室分层空时编码)，它提高了具有充分可用分集的系统的系统吞吐量。一旦达到分集的阈值量，数据率随 BLAST 系统的发送和接收天线的数量线性增长，而附加的空间分集对 STTD 系统中的数据率影响很小。因此，STTD 和 BLAST 系统具有独特的优缺点。历史上，尚未在同一系统中采用 STTD 和 BLAST 空间编码技术。有关 STTD 和 V-BLAST 的更多信息可以参见 Siavash M. Alamouti 所著的“用于无线通信的简单发送分集” (“A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications”，《IEEE J. Select. Areas Commun.》，vol.16, pp.1451-1458, Oct. 1998)； G. J. Foschini 所著的“使用多单元天线时用于衰落环境中无线通信的空时体系结构” (“Layered Space-time Architecture for Wireless Communications in a Fading Environment when Using Multi-element antennas”，《Bell Labs Tech. J.》，vol.16, pp.41-59, Autumn 1996)； G. D. Golden、G. J. Foschini、R. A. Valenzuela 和 P. W. Wolniansky 所著的“采用 V-BLAST 空时通信体系结构的检测算法和实验室初步结果” (“Detection Algorithm and Initial Laboratory Results Using V-BLAST Space-time Communication Architecture,”，《Electronics Letters》，vol.35, pp.14-16, Jan. 1999)；以及 P. W. Wolniansky、G. J. Foschini、G. D. Golden 和 R. A. Valenzuela 所著的“V-BLAST 用于在多散射 (rich-scattering) 无线信道上实现甚高数据率的体系结构” (“V-BLAST: An Architecture for Realizing Very High Data Rates Over the Rich-scattering Wireless Channel”，《Proc. IEEE ISSSE-98》，Pisa, Italy, Sept. 1998, pp. 295-300)；这些文献通过引用结合于本文中。

在空时编码之前，对待发送的数据进行编码，以利于纠错并调制或采用任何数量的可用调制技术 (如正交相移键控 (QPSK) 和 x-正交幅度调制 (QAM)) 映射到符号。纠错编码类型和调制技术对

数据率有很大的影响；它们的适用性由信道条件决定。

因为常规技术中并未将 STTD 与 BLAST 空时编码技术相结合，所以许多系统无法充分利用可用的资源，即使在根据信道条件对纠错编码和调制技术进行控制时。随着时间推移，通信环境中的最优空间编码技术可能在 STTD 和 BLAST 之间发生更换。此外，对于 STTD 或 BLAST 空时编码，纠错编码的最优类型或调制技术也会随时间变化。因此，需要自适应控制空时编码、误码率编码和调制技术，以随信道条件变化优化通信设备之间的通信效率。

10 发明概述

本发明选择在利用基于与接收机设备相关的分集的空间分集和基于从所述接收机设备回馈的信息的传输信道质量来发送时要使用的空时编码模式。最好可选择的空时编码模式最好是空时发送分集编码以及某个版本的 BLAST 类型编码。再者，还可以基于传输信道的质量和接收机设备的可用分集来确定调制模式、纠错编码速率或它们的组合。还可以将有关各个不同传输信道的相干性或平衡的信息从接收机设备回馈到发射机，以协助选择调制模式和纠错编码速率。

在操作过程中，发射机持续地监视信道条件质量，并将根据接收设备的分集，动态地选择最适合于当前条件的空时编码模式、调制模式和纠错编码。本发明在上行和下行模式下都适用于各种各样的无线通信环境。因此，基站和移动终端都可以利用本发明的自适应调制和编码技术。

在阅读如下结合附图对本发明实施例所作的详细说明之后，本领域技术人员将理解本发明的范围并认识到本发明的其它方面。

附图简介

本说明书包括附图，附图与本说明书一起用于解释本发明的各方面。

图 1 以框图形式显示一个蜂窝通信系统；
图 2 以框图形式显示根据本发明一个实施例的基站；
图 3 以框图形式显示根据本发明一个实施例的移动终端；
图 4 是根据本发明一个实施例的发射机结构的逻辑分解图；
图 5 是根据本发明一个实施例的接收机结构的逻辑分解图；
图 6 是说明用于具有两个发射机和两个接收机的通信链路的自适应调制和编码矩阵的表格；
图 7 是说明用于具有两个发射机和四个接收机的通信链路的自适应调制和编码矩阵的表格。

10

优选实施例的详细说明

15

以下给出的实施例提供了使本领域技术人员可以实施本发明的必要信息，并说明了实施本发明的最佳方式。通过参考附图阅读如下说明，本领域技术人员将逐渐理解本发明的概念，并将认识到这些概念还有一些这里未具体提出的应用。应该明确的是，这些概念和应用落于本发明公开和所附权利要求书范围内。

20

25

在采用空间分集的系统中，本发明根据可用空间分集和用于传输的一个或多个信道的质量自适应地控制用于发送的编码和调制技术。动态地选择编码和调制技术，以最小化误码率和最大化数据率。在一个实施例中，将可用接收天线的数量和信道质量指示用于确定用于发送的空时编码模式和调制技术。通常，差错编码率与发送技术和可用调制技术相关。如以下将更详细讨论的那样，诸如不同信道之间的互相关关系等其它因素也可能影响编码和调制选择。下面首先概述无线通信环境、基站（或类似接入点）和移动终端的体系结构。

参考图 1，基站控制器（BSC）10 控制多个小区 12 内的无线通信，其中这些小区由对应的基站（BS）14 提供服务。一般来说，每个基站 14 协助与该对应基站 14 相关联的小区 12 内的移动终端 16 进行通信。移动终端 16 相对于基站 14 的移动导致信道条件出现很

大波动。如图所示，基站 14 和移动终端 16 包括多个天线，以提供用于通信的空间分集。

在深入研究优选实施例的结构和功能细节之前，先提供对本发明的移动终端 16 和基站 14 的高层概述。参考图 2，其中显示了根据本发明一个实施例配置的基站 14。基站 14 一般包括控制系统 20、基带处理器 22、发送电路 24、接收电路 26、多个天线 28 和网络接口 30。接收电路 26 通过天线 28 从移动终端 16 提供的一个或多个远程发射机接收承载信息的射频信号（如图 3 所示）。可优选的是，由低噪声放大器和滤波器（未显示）协作，以放大并去除信号的宽带干扰以便处理。然后，下变频和数字化电路（未显示）将滤波后的接收信号下变频成中频或基带频率信号，然后再数字化成一个或多个数字流。

基带处理器 22 处理经数字化处理的接收信号，并提取该接收信号中传送的信息或数据比特。此处理过程通常包括解调、译码和纠错。因此，基带处理器 22 通常在一个或多个数字信号处理器（DSP）中实现。接收到的信息随后通过网络接口 30 在无线网络上发送，或者传送给基站 14 服务的另一个移动终端 16。网络接口 30 通常会与基站控制器 10 和作为无线网络组成部分的电路交换网进行交互，所述电路交换网可以连接到公众交换电话网（PSTN）。

在发送侧，基带处理器 22 在控制系统 20 的控制下从网络接口 30 接收数字化的数据（可表示语音、数据或控制信息），并对该数据编码以便发送。编码后的数据输出到发送电路 24，在该电路中通过由具有期望发射频率的载波信号进行调制。功率放大器（未显示）将调制后的载波信号放大到适合于发射的电平，并将调制过的载波信号通过匹配网络（未显示）传递到天线 28。多个天线 28 以及复设的发送和接收电路 24、26 提供空间分集。下文将对调制和处理的细节作更详细的说明。

参考图 3，其中显示了根据本发明一个实施例配置的移动终端

16. 与基站 14 相似，移动终端 16 包括控制系统 32、基带处理器 34、
发送电路 36、接收电路 38、多个天线 40 和用户接口电路 42。接收
电路 38 通过天线 40 从一个或多个基站 14 接收承载信息的射频信号。
可优选的是，由低噪声放大器和滤波器（未显示）协作，以放大并
去除信号的宽带干扰以便处理。然后，下变频和数字化电路（未显
示）将滤波后的接收信号下变频成中频或基带频率信号，然后再数
字化成一个或多个数字流。

10 基带处理器 34 对数字化后的接收信号进行处理，以提取该接收
信号中传送的信息或数据比特。此处理通常包括解调、译码和纠错
等操作，下文将对此作更为详细的讨论。基带处理器 34 一般在一个
或多个数字信号处理器（DSP）和专用集成电路（ASIC）中实现。

15 为了传输，基带处理器 34 从控制系统 32 接收数字化后的数据
(其可表示语音、数据或控制信息)，以对该数据编码以便传输。
编码数据输出到发送电路 36，以便由调制器用于调制在一个或多个
期望发送频率上的载波信号。功率放大器（未显示）将调制的载波
信号放大到适合于发射的电平，并将调制的载波信号通过匹配网络
(未显示) 传递到天线 40。多个天线 40 以及复设的发送和接收电路
36、38 提供空间分集。下文将对调制和处理细节作更详细的说明。

20 参考图 4，它提供了一个实施例的逻辑传输体系结构。该传输体
系结构描述成基站 14 的传输体系结构，但本领域技术人员应该认识
到所示体系结构也适用性于上行和下行通信。此外，该传输体系结
构用于表示多种多址体系结构，包括但不限于码分多址（CDMA）、
频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）以及正交频分多址（OFDM）。

25 基站控制器 10 首先将以移动终端 16 为目的地的数据 44 发送到
基站 14 以进行调度。利用数据扰码逻辑 46 以降低与调度数据（即
比特流）相关的峰值平均功率的方式对调度数据进行扰码处理。利
用 CRC 逻辑 48 确定加扰数据的循环冗余校验码（CRC），并将其
附加到加扰数据中。接下来，利用信道编码器逻辑 50 执行信道编码，

以有效地对数据增加冗余，以便于移动终端 16 上的恢复和纠错。在一个实施例中，信道编码器逻辑 50 采用 Turbo 编码技术。编码数据随后由速率匹配逻辑 52 加以处理，以补偿与编码相关的数据扩展。

5 比特交织器逻辑 54 系统地将编码数据中的比特重新排序，以使连续数据比特的损失最小。所得的数据比特由映射逻辑 56 根据所选的基带调制系统地映射到对应的符号。最好是采用正交幅度调制 (QAM) 或正交相移键控 (QPSK) 调制。可以由符号交织器逻辑 58 系统地将符号重新排序，以进一步地增强传输信号抗频率选择性衰落所致的周期性数据损失的能力。

10 此时，已将比特组映射到表示振幅和相位星座中的位置的符号。然后，符号块由空时块码 (STC) 编码器逻辑 60 进行处理，STC 编码器逻辑 60 以使传输信号更能抗干扰并且容易在移动终端 16 上译码的方式对这些符号进行修改。STC 编码器逻辑 60 根据选择的 STC 编码模式处理输入符号，并提供对应于基站 14 的发送天线 28 的数量的 n 个输出。稍后会就 STC 编码作进一步的详细说明。此时，假定这 n 个输出的符号表示待发送并可以被移动终端 16 恢复的数据。参见 A.F.Naguib, N. Seshadri 和 A.R.Calderbank 所著的“空时码和干扰抑制在大容量和高数据率无线系统中的应用”(“Applications of space-time codes and interference suppression for high capacity and high data rate wireless systems”, Thirty-Second Asilomar Conference on Signals, Systems & Computers, Vol.2, pp.1803-1810, 1998)，此文献通过引用全部结合于本文中。

15 20 25 对于本实例，假定基站 14 具有两个天线 28 ($n=2$)，并且 STC 编码器逻辑 60 提供两个输出符号流。相应地，STC 编码器逻辑 60 输出的每个符号流发送到对应的多址调制功能 62。为便于理解，这些功能分开显示。本领域技术人员应承认，可以采用一个或多个处理器独立或结合本文所述的其它处理操作来提供模拟或数字信号处理。例如，CDMA 功能中的多址调制功能 62 会提供必需的 PN 码乘

法，其中 OFDM 功能将采用 IDFT 或类似处理来处理各个符号，以执行逆傅立叶变换。有关 OFDM 的其它详细信息，可参见 2002 年 3 月 22 日提交的共同转让的、标题为“OFDM 的软切换 (SOFT HANDOFF FOR OFDM)”；有关 CDMA 和其它多址技术的信息，可参见 Behzad Razavi 于 1998 年所著的“RF 微电子 (RF Microelectronics)”。这些文献通过引用全部结合于本文中。

所到的符号组成帧，它们由同样的插入逻辑 64 用前缀和导频信头关联起来（在 OFDM 型系统中）。每个所得信号在频域通过对应的数字上变频 (DUC) 上变频成中频，并由对应的数模 (D/A) 转换电路 66 转换成模拟信号。所得模拟信号随后通过 RF 电路 68 和天线 28 同时调制在期望的 RF 频率上，并加以放大和发送。注意，在发送数据之前有导频信号，此导频信号是目的移动终端 16 已知的。移动终端 16（下面将对此作详细讨论）可以利用导频信号进行信道估计和干扰抑制，以及利用信头识别基站 14。

在传输过程中，控制系统 20 和/或基带处理器 22 将提供自适应调制和编码，并根据从基站 14 反馈的自适应调制和编码指示 (AMCI) 70 选择期望的 STC 编码技术。因此，从基站 14 传来的 AMCI 70 经接收电路 26 恢复，而后由基带处理器 22 和/或控制系统 20 处理，以生成一个或多个自适应和编码 (AMC (TX)) 信号 72，以用于选择差错编码率、调制技术和 STC 模式。在一个实施例中，从基站 14 反馈来的 AMCI 70 包含信道质量指示 (CQI)，或许还含有有关各不同信道的均衡或相关的互相关指示。如果基站 14 不知道移动终端 16 所用接收天线 40 的数量，这种信息也在 AMCI 70 中提供。

根据 CQI、移动终端 16 上接收天线 40 的数量和 AMC (TX) 72，控制系统 20 将为 STC 编码器 60 确定 STC 模式和差错编码和调制集。在优选实施例中，STC 编码可以是空时发送分集 (STTD) 或 V-BLAST 型编码。STTD 编码方法将数据编码成多个格式，从对应天线 28 使用空间分集同时发送多种格式。V-BLAST 编码方法将数据分成不同

的组，并分别编码，从天线 28 中不同的一个天线发送。

通常，差错编码和调制技术是相互关联的，需要整个数据路径上各功能的协作。在所示实施例中，AMC (TX) 信号 72 控制 CRC 添加功能 48，设置供信道编码器 50 使用的码率，并且将所选码率通知给码率匹配功能 52 和比特交织功能 54。AMC (TX) 信号 72 还将根据所选调制技术利用 QPSK/QAM 映射功能 56 提供的调制控制数据到符号的映射。再者，AMC (TX) 信号 72 还可以将所选调制技术通知给符号交织功能 58。STC 编码的选择及其与调制和差错编码技术之间的关系将在描述移动终端体系统之后予以讨论。

现在参考图 5，其中说明移动终端 16 接收发送的信号。当发送的信号到达移动终端 16 的每个天线 40 时，由对应的 RF 电路 74 将各信号解调并放大。为了简洁起见，只详细显示和描述了接收机中多条接收路径之一。模数 (AD) 转换器和下变频电路 (DCC) 76 将模拟信号数字化和下变频，以便进行数字处理。所得数字化信号可以由自动增益控制电路 (AGC) 78 用于根据接收到的信号电平控制 RF 电路 70 中放大器的增益。

数字化的信号还馈送到同步电路 80 和多址解调功能 82，它们将在每条接收路径上恢复从对应天线 40 接收的输入信号。同步电路 80 有助于输入信号与多址解调功能 82 同步或相关，以便恢复输入信号，然后将其提供给信令处理功能 84 和信道估计功能 86。信号处理功能 84 处理基本信令和头信息，以便提供足够由 CQI 功能 90 生成信道质量测量值的信息 (88)。CQI 功能最好涉及链路的总信噪比，即每条接收路径的信道条件和/或信噪比纳入考虑。

因此，对于每条接收路径，CQI 功能 90 收集来自信令处理功能 84 的信息 (88) 并进行处理，然后向基带处理器 34 提供 CQI 信息 92，以便转发给基站 14。CQI 信息是或构成 AMCI 70 的组成部分，该信息由基站 14 用于确定 AMC (TX) 72，AMC (TX) 72 控制 STC 编码选择以及编码和调制集。CQI 信息 92 可以由 CQI 功能 90 进行充

分处理，或者可以原始数据的形式发送以在基站 14 进行处理。关键 5 是向基站 14 提供表示信道质量或足够确定信道质量的 CQI 信息 92。

对应每条接收路径的信道估计功能 86 提供对应于信道条件的信道响应以供 STC 译码器 100 使用，并向信道特征值指示 (CEI) 功能 96 提供信道矩阵 94，该功能可以生成 CEI 值 98。信道矩阵 94 (稍后本文会对此作更详细的讨论) 是包含每对发送和接收天线之间信道响应的矩阵。同 CQI 信息 92 一样，CEI 值 98 (或类似的信道相干信息) 可以在移动终端 16 上计算，也可以在基站 14 上计算。因此，10 将 CEI 值 98 或足以创建 CEI 值的信息发送到基带处理器 34，以通过移动终端 16 的发送电路 36 转发到基站 14。

来自输入信号的符号以及每条接收路径的信道估计值被提供给 STC 译码器 100，该 STC 译码器 100 在接收路径上提供 STC 译码以恢复传来的符号。信道估计值提供足够的信道响应信息，以允许 STC 译码器 100 根据基站 14 所用的 STC 编码方法将符号译码。

15 使用符号去交织器逻辑 102 将恢复的符号按顺序排回原位，所述符号去交织器逻辑 102 与基站 14 的符号交织器逻辑 58 相对应。随后利用去映射逻辑 104 将去交织的符号解调或去映射为对应的比特流。之后，利用比特去交织逻辑 106 将这些比特去交织，所述比特去交织器逻辑 106 与发射机结构的比特交织器逻辑 54 相对应。然 20 后由码率去匹配逻辑 108 对去交织后的比特进行处理，并提供给信道译码器逻辑 110 以恢复最初的加扰数据和 CRC 校验和。相应地，CRC 逻辑 112 去除 CRC 校验和，以常规方法检查加扰数据，并将其提供给解扰逻辑 114，以利用已知的基站解扰码进行解扰，恢复原始发送的数据 116。

25 为了使移动终端 16 (接收机) 和基站 14 (发射机) 之间的 STC 模式、差错编码和调制技术同步，基站 14 将向移动终端 16 提供相应的控制信号。移动终端 16 响应该信息，提供一个或多个自适应调制和编码 (AMC (RX)) 信号 120，以控制译码和解调。因此，AMC

(RX) 信号 120 用于为 STC 编码器 60 选择 STC 模式以及适当的差错译码和解调集。

CQI 值可以根据恢复的数据确定。可以沿数据恢复路径（功能块 102 至 116）的任何位置上设置额外的 CQI 功能 118 或备选的 CQI 功能 118，以监视信噪比、误码率等，以导出有关单独的或总的信道质量的信息。有关确定 CQI 值的一种示范方法的其它信息，可参见 2001 年 10 月 17 日提交的共同转让的、标题为“用于自适应调制和编码的信道质量测量的方法和装置（METHOD AND APPARATUS FOR CHANNEL QUALITY MEASUREMENT FOR ADAPTIVE MODULATION AND CODING）”的申请 No.60/329511。

在优选实施例中，AMC (RX) 信号 120 还控制 CRC 功能 112，设置由信道译码器 110 使用的译码率，以及将所选码率通知给速率去匹配功能 108 和比特去交织功能 106。AMC (RX) 信号 120 还将根据所选调制技术控制符号至数据的去映射。再者，AMC (RX) 信号 120 还会将所选调制技术通知给符号去交织功能 102。

下面描述本发明的整体功能，并涉及作为发射机用于发送的基本设备和作为接收机用于接收的设备。在任何给定时间，基站 14 和移动终端 16 都可能是发射机或接收机，或者是收发机器，具体取决于基本通信方向。根据接收天线的数量、CQI 值 92 以及可能的 CEI 值 98，发射机动态地选择 STC 模式及编码和调制集。最好是持续地测量至少 CQI 值 92 以及（需要时的）CEI 参数 98，并将其从接收机发送到发射机，以允许发射机调整参数来跟踪与给定接收机相关联的信道条件。注意，接收机所用接收天线数量可由发射机存储，或者可以与 CQI 值 92 一起重复提供。

例如，可以采用如下逻辑。如果在接收机侧只有一个天线，则根据 CQI 值 92 选择 STTD 型 STC 编码方式以及选择编码和调制方式。如果有两个接收天线，则根据 CQI92 和 CEI 值 98 选择 STC 编码方式。图 6 的表中显示有两个可用接收天线时的示范配置集。CQI

值 92 归一化为从 1 到 10，其中信道质量随 CQI 值 92 增加而提高。
对于 5 或以下的 CQI 值 92，STC 编码模式设为 STTD，并选择 4-QAM。
对于 5 或以下的 CQI 值 92，可变的是差错编码方式，在本例中是 Turbo
编码。随着 CQI 值 92 从 1 递增到 5，Turbo 编码速率按如下方式递
增：1/5、1/3、1/2、2/3 和 4/5。再者，CEI 值 98 不影响决策。
5

对于从 6 至 10 的 CQI 值 92，将 CEI 值 98 分类为具有高相关指
数或低相关指数。相关性越高，各个传输信道之间越均衡；分集提
供的好处越少。因此，低值会触发选择 STTD 型 STC 编码方式，而
高值会触发 V-BLAST 型 STC 编码方式。如表所示，编码率和调制
10 技术趋于随信道质量增加，其中调制技术由 CEI 值 98 决定。一般，
数据率随 CQI 92 递增，而且在所有其它参数相等的情况下，BLAST
型 STC 编码方式提供比 STTD 型 STC 编码方式高得多的数据率，其
原因在于后者存在相关的冗余。

在优选实施例中，具有两个以上接收天线的接收机的决策不由
15 CEI 值 98 决定，原因在于与具有附加接收天线相关的有效分集。因
此，已证明接收天线数和 CQI 值 92 足以用于选择 STC 编码方式以
及编码和调制集。图 7 所示表中显示了具有四个接收天线的接收机
的示范配置集。

对于 5 或以下的 CQI 值 92，STC 编码模式设为 STTD，并选择
20 4-QAM。对于 5 或以下的 CQI 值 92，可变的是差错编码方式，在本
例中是 Turbo 编码。随着 CQI 值 92 从 1 递增到 5，Turbo 编码速率
按如下方式递增：1/5、1/3、1/2、2/3 和 4/5。如表所示，编码率和调
制技术趋于随信道质量增加。

在本发明的一个实施例中，考虑一个包括 N_t 个发送天线和 N_r 个
25 接收天线的无线系统，并且令 H 是 $N_r \times N_t$ 的传播信道复矩阵，用于
确定 CEI 98。如果信道矩阵 H 在接收机上是已知的，则由如下等式
给出 BLAST 系统的香农容量：

$$C = \log_2 \det \left(I_{N_r} + \frac{\rho}{N_t} HH^* \right) \text{ bps/Hz} \quad (1)$$

其中 ρ 是每个接收天线的信噪比 (SNR)。参见 G. J. Foschini 和 M. J. Gans 所著“使用多天线时衰落环境中无线通信的限制”(“On Limits of Wireless Communications in a Fading Environment when Using Multiple Antennas”《Wireless Personal Communications》, Vol.6, pp.311-335, Mar.1998)，此文献通过引用结合于本文中。

如果 $N_r = N_t = N$ ，则根据大数法则，随着 N 的递增， $HH^*/N = I_N$ 。相应地，大 N 值的容量逼近于：

$$C = N \log_2 (1 + \rho) \text{ bps/Hz} \quad (2)$$

从等式 (2) 可以看出，对于高信噪比 (SNR) 以及 $N_r = N_t = N$ ，SNR 每提高 3 dB，容量比 (scaling of capacity) 可能超过 N bps/Hz (比特/(赫兹×秒))。BLAST 的吞吐量与检测算法相关。MMSE (最小均方误差) 和 ZF (迫零) 算法广泛应用于多用户检测，对这两种方法而言，分集阶数 (diversity order) 限于 $N_r - N_t + 1$ 。进一步可参考

J. H. Winters, J. Salz 和 R. D. Gitlin 所著的“天线分集对无线通信系统容量的影响”(“The Impact of Antenna Diversity on the Capacity of Wireless Communication Systems”, 《IEEE Trans. on Communications》, vol.42, pp.1740-1751, Feb./Mar./Apr. 1994); G. D. Golden、G. J. Foschini、R. A. Valenzuela 和 P. W. Wolniansky 所著的“采用 V-BLAST 空时通信体系结构的检测算法和实验室初步结果”(“Detection Algorithm and Initial Laboratory Results Using V-BLAST Space-time Communication Architecture”, 《Electronics Letters》, vol.35, pp.14-16, Jan. 1999); 以及 P. W. Wolniansky、G. J. Foschini、G. D. Golden 和 R. A. Valenzuela 所著的“V-BLAST: 用于在多散射 (rich-scattering) 无线信道上实现甚高数据率的体系结构”。(“V-BLAST: An Architecture for Realizing Very High Data Rates Over the

Rich-scattering Wireless Channel" , 《Proc. IEEE ISSSE-98》, Pisa, Italy, Sept. 1998, pp. 295-300) ; 这些文献通过引用结合于本文中。

以上两种算法要有效, 必须满足如下条件:

$$N_r \leq N_t \quad (3)$$

BLAST 检测的最优算法是最大似然译码 (MLD)。MLD 获得等于接收天线数量, 但与发送天线数量无关的分集阶数。因此, 与其它技术比较, MLD 具有显著的信噪比优势, 且 SNR 增益随发送天线的数量而增加。最大似然译码的一个缺点是, 其复杂度随发送天线数量呈指数级的增加。但是, 可以以性能下降为代价, 进行某些简化来降低复杂度。进一步的信息可参见 Richard van Nee、Allert vanZelst 和 Geert Awater 所著的“空分多路复用系统中的最大似然译码”(“Maximum Likelihood Decoding in a Space Division Multiplexing System”, 《IEEE VTC 2000》, Tokyo, Japan, May 2000) 以及 Andrej Stefanov 和 Tolga M. Duman 所著的“用于具有针对块衰落信道的发送和接收天线分集的系统的 Turbo 编码调制: 系统模型、译码方法和实际考虑”(“Turbo-coded Modulation for Systems with Transmit and Receive Antenna Diversity over Block Fading Channels: System Model, Decoding Approaches, and Practical Considerations”, 《IEEE J. Select. Areas Commun.》, vol.19, pp.958-968, May 2001), 这些文献通过引用结合于本文中。

在以下讨论中, 假定对 BLAST 采用 MLD。对于两个发送天线的情况 ($N_t = 2$), 假定发射功率相同, 则与 STTD 相比, BLAST 模式下会有 3 dB 的 SNR 损失。此外, 如果采用最大似然检测算法, 则 BLAST 模式的分集损失约为 N_r 倍。同时, 因为 BLAST 始终发送 N_r 个独立的数据流, 所以符号吞吐量较之 STTD 高一倍。但是, 要使 BLAST 在同样的比特误码率 (BER) 要求下有效, 必须降低 QAM 的调制阶数, 以便补偿 SNR 和分集损失。这有效地降低了 BLAST 吞吐量。随着发送天线数量的增加, STTD 的分集增益逐渐减小, 但

是 BLAST 的吞吐量增益与 N_r 保持线性关系。

通过观察等式 (1)，信道容量可通过如下两个系数来确定： ρ (SNR) 和 HH^* (信道矩阵)。假定 $\lambda_i |_{i=1 \dots N_r}$ 为 HH^* 的 N_r 特征值，则在给定相同 ρ 的情况下，该容量随 $\prod_{i=1}^{N_r} \lambda_i$ 的增长而增加。注意， λ_i 携带

5 信道衰减信息，对于各并行本征模式 (each individual eigen mode)，它通常是 SNR，且反映在 CQI 92 的测量值中，对 STTD 和 BLAST 二者均会产生影响。但是，对于给定的 CQI 92，散射信道的条件由 λ_i 的分布确定。

10 下面概括确定 CEI 98 的一种示范方法。例如，以 [2T 2R] 的情况为例，解释何种信道矩阵可为 BLAST 系统提供最大容量。如果信道

矩阵 H 为 $\begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix}$ ，则

$$HH^* = \begin{bmatrix} |h_{11}|^2 + |h_{21}|^2 & h_{11}^* h_{12} + h_{21}^* h_{22} \\ h_{11}^* h_{21} + h_{21}^* h_{22} & |h_{12}|^2 + |h_{22}|^2 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

15 假定接收到的信号强度为常量，即 $|h_{11}|^2 + |h_{21}|^2 + |h_{12}|^2 + |h_{22}|^2 = c$ ，则为了得到最大 $\det(HH^*)$ ，应该遵循如下关系：

$$|h_{11}|^2 + |h_{21}|^2 = |h_{12}|^2 + |h_{22}|^2$$

$$\begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{12}^* \\ h_{22}^* \end{bmatrix} = 0 \quad (5)$$

20 第一个等式表示两个接收天线具有相等的信号强度，第二个等式表示每个接收天线的信道向量彼此正交。对于两个发送天线和两个接收天线 (2T, 2R) 的情况， $\text{cond}(HH^*)$ 是 λ_i 的分布指示器。在实际应用中，直接计算 $\text{cond}(HH^*)$ 是不可行的。为了降低计算的复杂度，

可以代之以采用如下等式： $\eta = \frac{\sum |\tilde{h}_{ij}|^2}{N_r^2 \det(HH^*)}$ ，其中 \tilde{h}_{ij} 是 HH^* 的第 i 行第 j 列元素。当计算 η 的平均效应时，可以将它的值削减到预设水平。

这是因为 η 是一个可以覆盖非常大范围的比值，因此，由一些大 η 值支配的 η 的平均值并未反映其真实效应。注意效应 η 是非线性的。当 η 达到某个阈值时， η 进一步增大不会对输出有多大影响。在一个实施例中， η 是 CEI 的测量值，并且可用作选择 STC 编码 (STTD/BLAST) 的一个准则。注意，CQI 和 CEI 是两个不同的测量值。对于 STTD 和 BLAST 两种模式，CQI 均可用于确定编码和调制的选择。CEI 最好是不影响 STTD 模式，并且只指示 BLAST 相对于 STTD 的性能。

5

本领域技术人员会认识到针对本发明优选实施例的各种改进和修改。所有这些改进和修改均视为落于本文所公开的概念以及所附权利要求书的范围内。

10

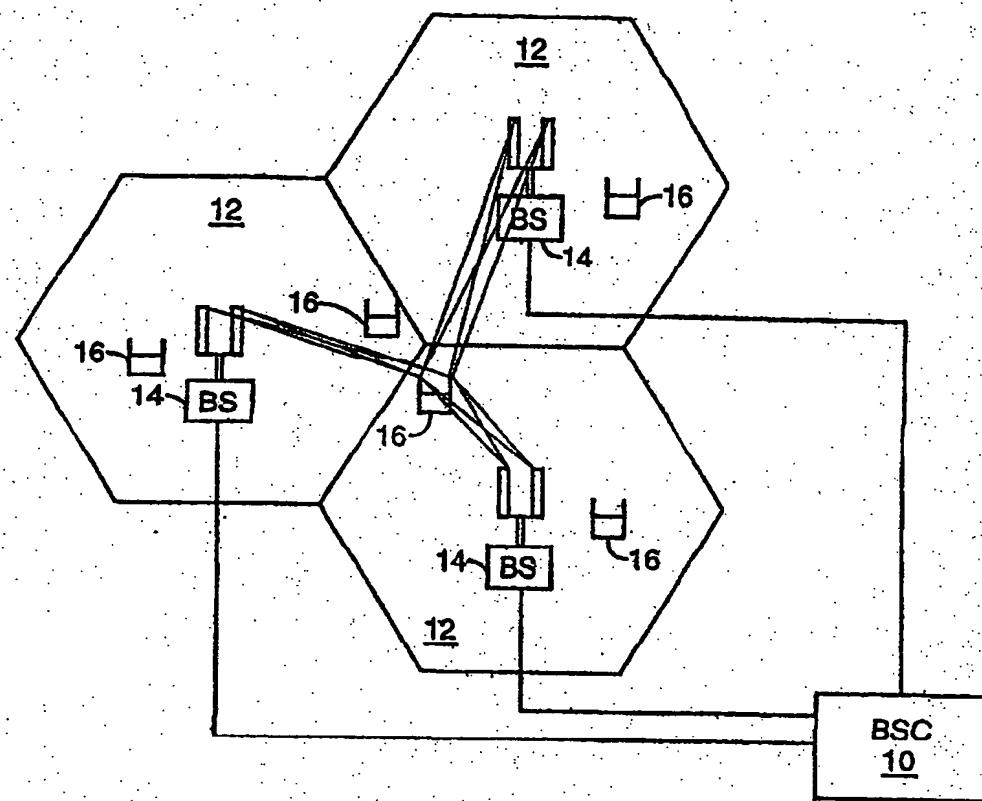
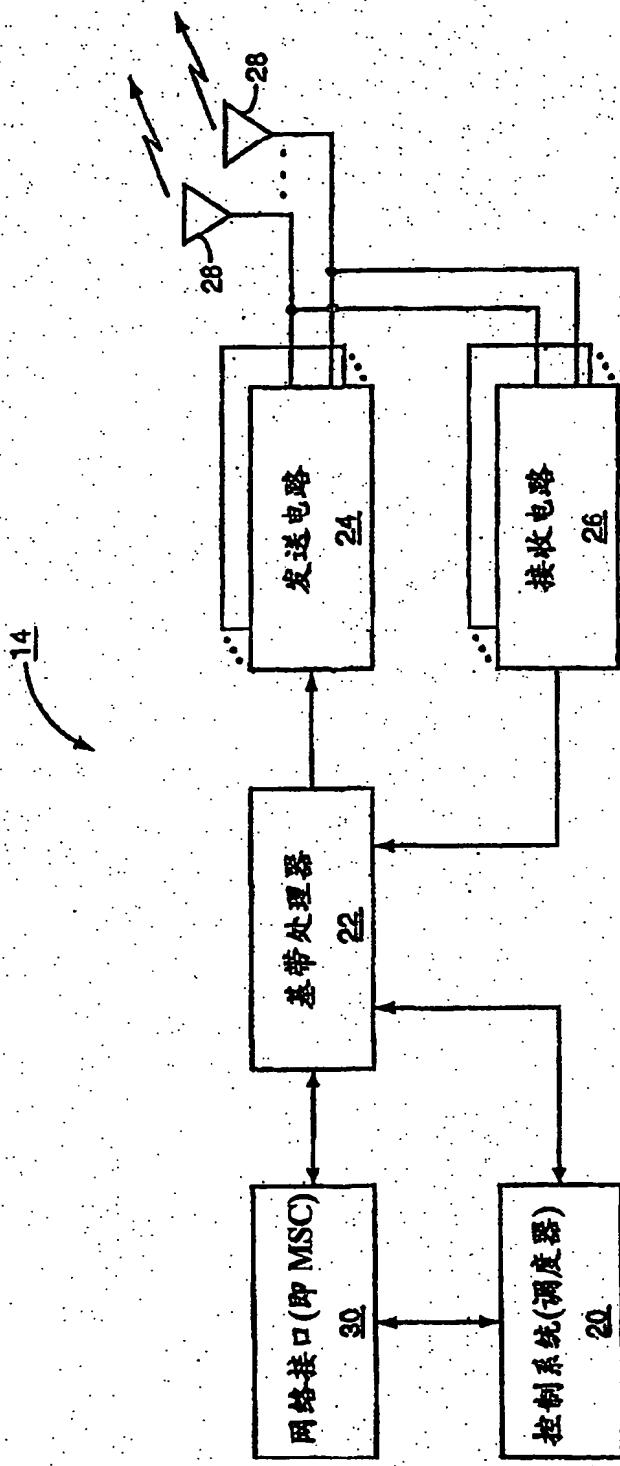
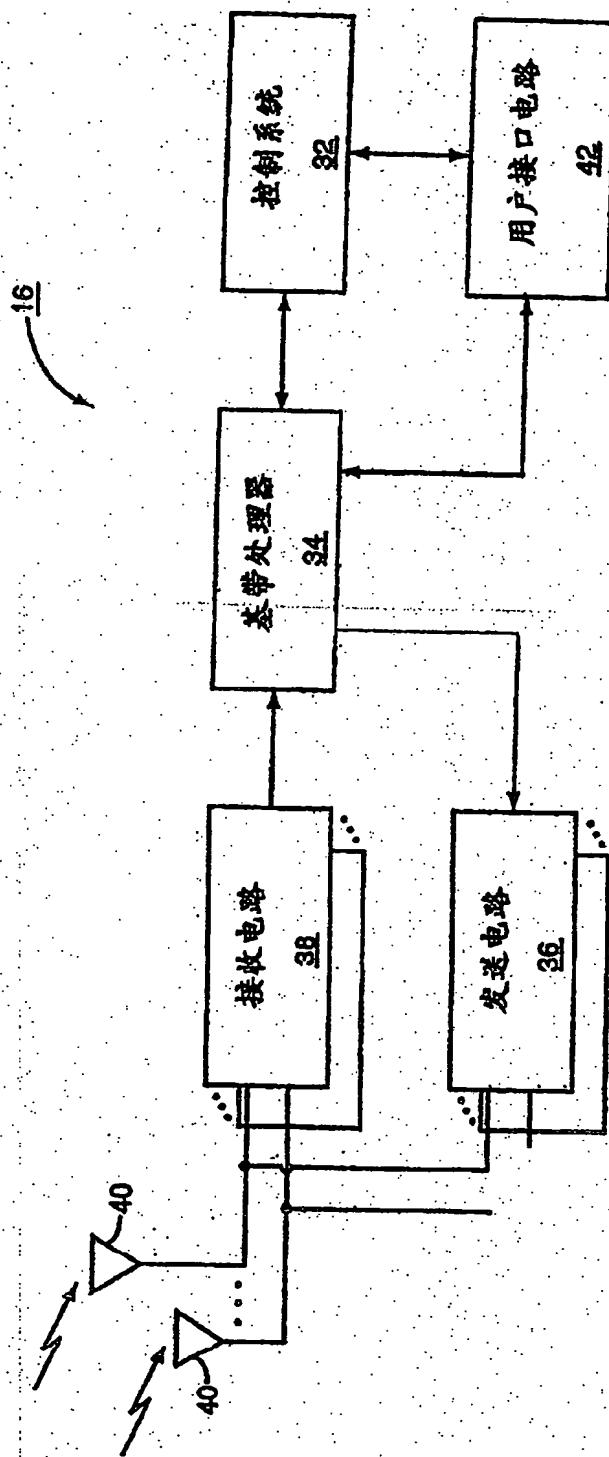


图 1





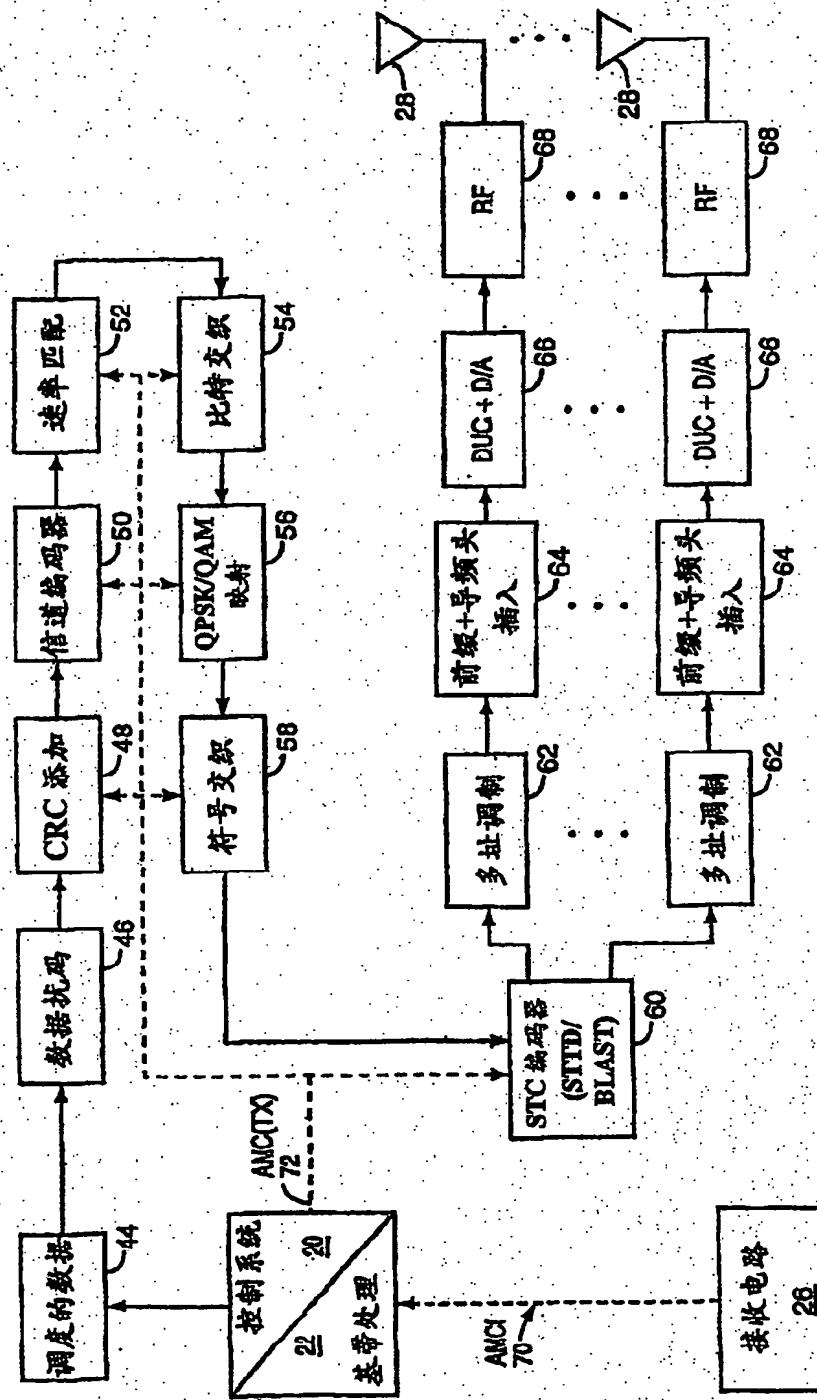
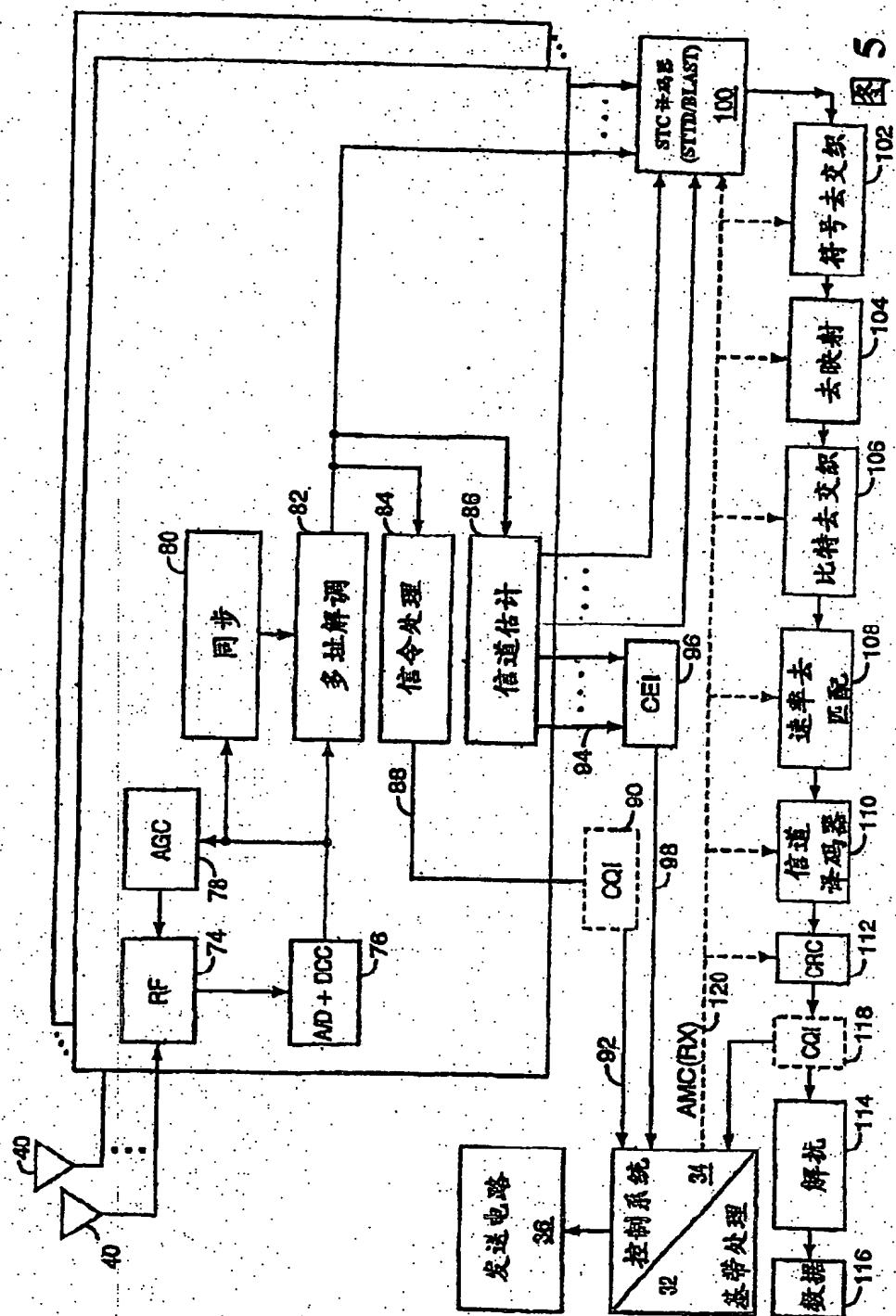


图 4



2×2 MIMO (2发射机×2接收机)

cqi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
cei	n/a	n/a	n/a	n/a	high	low	high	low	high	low
编码速率	1/5	1/3	1/2	2/3	4/5	1/2	1/2	2/3	4/5	1/2
调制映射	4QAM	4QAM	4QAM	4QAM	4QAM	16QAM	4QAM	16QAM	16QAM	16QAM
STC 编码	STD	STD	STD	STD	BLAST	STD	BLAST	STD	BLAST	STD

图 6

2×4 MIMO (2发射机x 4接收机)

CQI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CEI	N/A	N/A								
编码速率	1/5	1/3	1/2	2/3	4/5	1/2	2/3	4/5	1/2	2/3
调制映射	4 QAM	16 QAM	16 QAM							
STC 编码	STD	STD	STD	STD	STD	BLAST	BLAST	BLAST	BLAST	BLAST

图 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.